

ปัจจัยเชิงสาเหตุที่ส่งผลต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สังกัดองค์การบริหารส่วนจังหวัดนครราชสีมา

Causal Factors Affecting Integrated Science Process Skills
of Mathayomsuksa 3 Nakhon Ratchasima
Provincial Administrative Organization

จุฑามาศ ทองเจียว¹ ธัญญ์รัศม์ ชิดไธสง²

บทคัดย่อ

การวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาระดับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการและปัจจัยเชิงสาเหตุที่ส่งผลต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สังกัดองค์การบริหารส่วนจังหวัดนครราชสีมา 2) ศึกษาโมเดลปัจจัยเชิงสาเหตุที่ส่งผลต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สังกัดองค์การบริหารส่วนจังหวัดนครราชสีมา กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 622 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือ แบบสอบถามพฤติกรรมกรรมการสอนของครู แบบวัดแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ แบบวัดเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ แบบทดสอบวัดความรู้พื้นฐานวิชาวิทยาศาสตร์ และแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ การวิเคราะห์ข้อมูลใช้สถิติบรรยาย การวิเคราะห์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน และการวิเคราะห์โมเดลสมการโครงสร้างเชิงเส้น (ด้วยโปรแกรมลิสเรล 8.72)

ผลการศึกษาพบว่า

1. ระดับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สังกัดองค์การบริหารส่วนจังหวัดนครราชสีมา โดยภาพรวมอยู่ในระดับดี ระดับปัจจัยเชิงสาเหตุที่ส่งผลต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สังกัดองค์การบริหารส่วนจังหวัดนครราชสีมา มีทั้งหมด 4 ปัจจัย โดยพฤติกรรมกรรมการสอนของครู แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ และเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์โดยภาพรวมอยู่ในระดับมาก และความรู้พื้นฐานวิชาวิทยาศาสตร์โดยภาพรวมอยู่ในระดับพอใช้

2. โมเดลปัจจัยเชิงสาเหตุของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สังกัดองค์การบริหารส่วนจังหวัดนครราชสีมา ประกอบด้วยปัจจัย 4 ด้าน คือ

¹ นักศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิจัยและประเมินผลการศึกษา คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา

² อาจารย์ สาขาวิจัยและประเมินผลการศึกษา คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา

พฤติกรรมการสอนของครู ความรู้พื้นฐานวิชาวิทยาศาสตร์ แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ และเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ โมเดลเชิงสาเหตุที่พัฒนาขึ้นมามีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ (ค่าไค-สแควร์ = 22.89, $df = 60$, $p = 1.00$, $RMR = 0.00$, $GFI = 1.00$, $AGFI = 0.99$) ปัจจัยที่มีอิทธิพลทางตรงต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการมากที่สุดคือ ความรู้พื้นฐานวิชาวิทยาศาสตร์มีขนาดอิทธิพลเท่ากับ 0.70 รองลงมาคือ พฤติกรรมการสอนของครูมีขนาดอิทธิพลเท่ากับ 0.34

คำสำคัญ : ปัจจัยเชิงสาเหตุ, ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ, โมเดลปัจจัยเชิงสาเหตุ, นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3, องค์การบริหารส่วนจังหวัดนครราชสีมา

Abstract

The purposes of this study were to : 1) explore the level of integrated science process skills and causal factors affecting integrated science process skills and 2) develop and validate causal factors model of integrated science process skills of Mathayomsuksa 3 Nakhon Ratchasima Provincial Administrative Organization.

A sample was selected from 622 cases were included as a sample. The tools used consisted of 1) the teachers' teaching behaviors questionnaire 2) the achievement motivation scale 3) attitude toward science course scale 4) the test of basic science knowledge and 5) the integrated science process skill test. The data were analyzed by descriptive statistics, using Pearson's product-moment correlation. (and analyzed by LISREL analysis.)

Research findings were as follows :

1. The level of integrated science process skills in Mathayomsuksa 3 Nakhon Ratchasima Provincial Administrative Organization as a whole showed overall was at a good level, the level of causal factors affecting integrated science process skills showed that consisted of four factors including, the teachers' teaching behaviors, the achievement motivation and the attitude towards science were at a high level and overall basic science knowledge was at a fair level

2. The causal modeling of integrated science process skills showed that consisted of four factors including, the teachers' teaching behaviors, the achievement motivation and the attitude towards science that the adjusted model was consistent with the empirical data and chi-square = 22.89 ($df = 60$, $p = 1.00$, $RMR = 0.00$, GFI)

= 1.00, AGFI = 0.99. The factor direct effects most of integrated science process skills: basic science knowledge = 0.70, for the teachers' teaching behavior = 0.34

Keywords: Causal Factors, Integrated Science Process Skills, Causal modeling, Mathayomsuksa 3 Nakhon Ratchasima, Provincial Administrative Organization

บทนำ

วิทยาศาสตร์มีบทบาทสำคัญต่อสังคมมนุษย์ เพราะวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับทุกคนทั้งในชีวิตประจำวันและการทำงานอาชีพต่างๆ ตลอดจนเทคโนโลยี เครื่องมือเครื่องใช้และผลผลิตต่างๆ ที่มนุษย์ได้ใช้เพื่ออำนวยความสะดวกในชีวิตและการทำงาน ผสมผสานกับความคิดสร้างสรรค์และศาสตร์อื่นๆ วิทยาศาสตร์ช่วยให้มนุษย์ได้พัฒนาวิธีคิด ทั้งความคิดเป็นเหตุเป็นผล คิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์ วิจัย มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าหาความรู้ มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ สามารถตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลที่หลากหลายและมีประสิทธิภาพที่ตรวจสอบได้ ถือว่าเป็นวัฒนธรรมของโลกสมัยใหม่ซึ่งเป็นสังคมแห่งการเรียนรู้ (knowledge-based society) ดังนั้นจึงมีความจำเป็นที่จะต้องให้ทุกคนได้รับการพัฒนาให้รู้วิทยาศาสตร์ เพื่อที่จะมีความรู้ความเข้าใจในธรรมชาติและเทคโนโลยีที่มนุษย์สร้างสรรค์ขึ้น สามารถนำความรู้ไปใช้อย่างมีเหตุผล สร้างสรรค์ และมีคุณธรรม (สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา, 2551 : 1)

เป้าหมายของการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในปัจจุบัน มุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ที่เน้นการเชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการ มีทักษะในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้และแก้ปัญหาที่หลากหลาย ให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ทุกขั้นตอน มีการทำกิจกรรมด้วยการลงมือปฏิบัติจริงอย่างหลากหลายเหมาะสมกับระดับชั้น (สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา, 2551 : 1) จึงพอสรุปได้ว่าการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ขึ้นอยู่กับองค์ประกอบที่สำคัญคือ ด้านผู้สอนต้องศึกษาวิเคราะห์ผู้เรียนเป็นรายบุคคลเพื่อนำมาวางแผนการจัดการเรียนรู้ ออกแบบการเรียนรู้และจัดการเรียนรู้ที่ตอบสนองความแตกต่างของแต่ละบุคคล จัดบรรยากาศที่เอื้อต่อการเรียนรู้ จัดเตรียมและเลือกใช้สื่ออย่างเหมาะสม การประเมินความก้าวหน้าของผู้เรียนด้วยวิธีที่หลากหลาย และวิเคราะห์ผลการประเมินมาใช้ในการซ่อมเสริมและพัฒนาผู้เรียน ด้านผู้เรียนต้องมีความรับผิดชอบการเรียนรู้ของตนเอง เสาะแสวงหาความรู้หาแนวทางแก้ปัญหาด้วยวิธีต่างๆ การลงมือปฏิบัติจริง และใช้ทักษะในการค้นคว้าหาความรู้ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551 : 26)

การสอนวิชาวิทยาศาสตร์มิได้มุ่งเน้นเฉพาะทางด้านเนื้อหาสาระเท่านั้น แต่ยังคงครอบคลุมไปถึงการใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการศึกษาค้นคว้าและแก้ปัญหา โดยการให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติจริงในกิจกรรมและการทดลองทางวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นกระบวนการที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการค้นคว้าหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถจำแนกได้ 2

ประเภท คือ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน (basic science process skills) ประกอบด้วย 8 ทักษะ ได้แก่ 1) การสังเกต 2) การจำแนกประเภท 3) การวัด 4) การใช้เลขจำนวน 5) ความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับสเปสและสเปกกับเวลา 6) การลงความเห็นจากข้อมูล 7) การจัดทำและสื่อความหมายข้อมูล และ 8) การทำนาย ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ (integrated science process skills) ประกอบด้วย 5 ทักษะ ได้แก่ 1) การกำหนดและควบคุมตัวแปร 2) การตั้งสมมติฐาน 3) การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ 4) การทดลอง 5) การแปลผลข้อมูลและการลงข้อสรุป (พิมพันธ์ เดชะคุปต์, พเยาว์ ยินดีสุข และ ราชน มีศรี, 2556 : 58-59) สภาพการจัดการเรียนการสอนในปัจจุบันพบว่าครูยังคงเน้นความรู้ในตำราเป็นหลักเน้นการสอนแบบบรรยายมากกว่าที่จะให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง การสอนด้วยวิธีบรรยายไม่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญทำให้นักเรียนขาดการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และกระบวนการคิด (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2546 : 5) สอดคล้องกับผลการศึกษาของรัตนากุภาพเพชร (2542 : 66) พบว่า ผู้เรียนส่วนใหญ่มีคะแนนเฉลี่ยของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการที่สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 50 ของคะแนนเต็มเพียง 2 ทักษะคือ ทักษะการตั้งสมมติฐาน และทักษะการทดลอง และจากผลการทดสอบระดับชาติขั้นพื้นฐานหรือ O-NET (Ordinary National Educational Test) วิชาวิทยาศาสตร์นับว่าเป็นปัจจัยชี้วัดถึงความเจริญงอกงามในการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ซึ่งพบว่าผลการทดสอบวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในปีที่ผ่านมาคือปีการศึกษา 2558 พบว่ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 37.63 ซึ่งต่ำกว่า 50 คะแนน จากข้อมูลดังกล่าวสะท้อนให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ยังไม่บรรลุเป้าหมายและผู้เรียนยังมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไม่มากพอ ทั้งนี้อาจมาจากปัจจัยหลายๆ ประการ ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาปัจจัยที่เป็นสาเหตุในการส่งผลต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ดังนี้

พฤติกรรมการสอนของครูที่ยังเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไม่มากพอในการจัดการเรียนการสอน โดยวิธีการสอนของครูยังใช้วิธีการที่เน้นเนื้อหามากกว่าที่จะฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ให้เกิดขึ้นแก่ตัวผู้เรียน นอกจากจะทำให้ผู้เรียนขาดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แล้วยังส่งผลให้ ผู้เรียนมีเจตคติที่ไม่ดีต่อวิชาวิทยาศาสตร์ และคิดว่าวิชาวิทยาศาสตร์นั้นเป็นเรื่องยากที่จะเข้าใจ ผู้เรียนส่วนใหญ่เห็นว่า การทดลอง การสืบเสาะหาความรู้และกิจกรรมที่ต้องลงมือปฏิบัติมีอิทธิพลต่อความชอบวิชาวิทยาศาสตร์มากที่สุด จึงถือว่าปัจจัยด้านเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์เป็นส่วนสำคัญอย่างหนึ่งที่จะกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสนใจและชอบเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์เป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่ส่งผลต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ กล่าวคือ การที่ผู้เรียนมีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์จะมีความพยายามที่จะทำงานให้สำเร็จ และเชื่อว่าแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์เป็นสิ่งกระตุ้นหรือแรงผลักดันที่จะทำให้ประกอบกิจกรรมต่างๆ ได้สำเร็จ (Atkinson and Birch, 1978) และนอกจากนี้การมีความรู้พื้นฐานวิชาวิทยาศาสตร์มาก่อนจะเกิด

การเรียนรู้ได้เร็ว โดย Bloom (1976 : 32) กล่าวว่าถ้านักเรียนขาดความรู้พื้นฐานเดิมที่จำเป็น ในการเรียนเนื้อหาใหม่แล้ว จะไม่สามารถเรียนเนื้อหาใหม่ให้บรรลุจุดมุ่งหมายได้

จากที่กล่าวมาข้างต้น จะเห็นได้ว่ามีปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ชั้นบูรณาการหลายปัจจัยจึงทำให้ผู้วิจัยสนใจว่าปัจจัยต่างๆ เหล่านี้เป็นสาเหตุที่ส่งผลต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการหรือไม่ อย่างไร ดังนั้นในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาปัจจัยเชิงสาเหตุที่ส่งผลต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในโรงเรียนสังกัดองค์การบริหารส่วนจังหวัดนครราชสีมา ซึ่งประกอบด้วยตัวแปรพฤติกรรมการสอนของครู เจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ และความรู้พื้นฐานวิชาวิทยาศาสตร์ เพื่อตรวจสอบความสอดคล้องของเส้นทางอิทธิพลที่ส่งผลต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการและนำผลการวิจัยมาเป็นแนวทางในการส่งเสริมให้นักเรียนมีความรู้ความสามารถด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพื่อเป็นประโยชน์ต่อสังคมและประเทศชาติต่อไป

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อศึกษาระดับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการและปัจจัยเชิงสาเหตุที่ส่งผลต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สังกัดองค์การบริหารส่วนจังหวัดนครราชสีมา
2. เพื่อศึกษาโมเดลปัจจัยเชิงสาเหตุที่ส่งผลต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สังกัดองค์การบริหารส่วนจังหวัดนครราชสีมา

ขอบเขตการวิจัย

1. ประชากร
ประชากรที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 ของโรงเรียนในสังกัดองค์การบริหารส่วนจังหวัดนครราชสีมา จำนวนนักเรียนทั้งหมด 6,018 คน
2. กลุ่มตัวอย่าง
กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 ของโรงเรียนในสังกัดองค์การบริหารส่วนจังหวัดนครราชสีมา จำนวนนักเรียนทั้งหมด 622 คน โดยการสุ่มแบบหลายขั้นตอน (Multi-Stage Random Sampling)
3. ตัวแปรที่ศึกษา
 - 3.1 ตัวแปรอิสระ ได้แก่
 - 3.1.1 เจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์
 - 3.1.2 พฤติกรรมสอนของครู

3.1.3 แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์

3.1.4 ความรู้พื้นฐานวิชาวิทยาศาสตร์

3.2 ตัวแปรตาม ได้แก่ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ

วิธีดำเนินการวิจัย

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 ของโรงเรียนในสังกัดองค์การบริหารส่วนจังหวัดนครราชสีมา จำนวน 6,018 คน

กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 ของโรงเรียนในสังกัดองค์การบริหารส่วนจังหวัดนครราชสีมาสุ่มตัวอย่างด้วยวิธีหลายขั้นตอน (Multi-Stage Random Sampling) ได้กลุ่มตัวอย่างจำนวน 622 คน

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ในครั้งนี้ มี 3 ชุด ได้แก่

1. แบบสอบถาม 1 ฉบับ มีลักษณะเป็นแบบมาตราประมาณค่า 5 ระดับ แบ่งออกเป็น 3 ตอน ประกอบด้วย

ตอนที่ 1 แบบสอบถามพฤติกรรมการสอนของครู จำนวน 10 ข้อ ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.36 - 0.63 และค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.84

ตอนที่ 2 แบบวัดแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ จำนวน 10 ข้อ ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.52 - 0.66 และค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.87

ตอนที่ 3 แบบวัดเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ จำนวน 8 ข้อ ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.51 - 0.76 และค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.88

2. แบบทดสอบวัดความรู้พื้นฐานวิชาวิทยาศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น มีจำนวนข้อคำถาม 20 ข้อ ค่าความยากตั้งแต่ 0.28 ถึง 0.65 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.25 - 1.00 ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.90

3. แบบวัดความรู้ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ มีจำนวนข้อคำถาม 20 ข้อ ค่าความยากตั้งแต่ 0.20 ถึง 0.60 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20 - 0.80 ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.88

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลโดยนำหนังสือขอความอนุเคราะห์เก็บข้อมูลไปติดต่อขออนุญาตและขอความร่วมมือจากผู้อำนวยการสถานศึกษาเพื่อเก็บข้อมูล โดยจัดทำตารางสอบ พร้อมกำหนดวัน เวลา สถานที่สอบ อุปกรณ์สอบ และแจ้งให้ผู้เข้าสอบทราบล่วงหน้า เมื่อถึงวันสอบผู้วิจัยได้นำเครื่องมือที่เตรียมไปสอบกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง ตามกำหนดเวลาที่ได้นัดหมายไว้กับทางโรงเรียนด้วยตนเอง และแจกแบบสอบถามตามจำนวนนักเรียนที่เข้าสอบโดยให้นักเรียนเขียนชื่อลงบน

แบบสอบถามและเก็บแบบสอบถามคืน ผู้วิจัยนำแบบทดสอบและแบบสอบถามมาตรวจให้คะแนนตามเกณฑ์ที่กำหนด ดังนี้กรณีแบบสอบถาม มีหลักเกณฑ์ในการให้คะแนน ดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2543 : 99-100)

1. คำถามเชิงนิมิต (Positive Scale)

มากที่สุดหรือเห็นด้วยอย่างยิ่ง	เท่ากับ 5 คะแนน
มากหรือเห็นด้วย	เท่ากับ 4 คะแนน
ปานกลางหรือไม่แน่ใจ	เท่ากับ 3 คะแนน
น้อยหรือไม่เห็นด้วย	เท่ากับ 2 คะแนน
น้อยที่สุดหรือไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง	เท่ากับ 1 คะแนน

2. คำถามเชิงนิเสธ (Negative Scale)

มากที่สุดหรือเห็นด้วยอย่างยิ่ง	เท่ากับ 1 คะแนน
มากหรือเห็นด้วย	เท่ากับ 2 คะแนน
ปานกลางหรือไม่แน่ใจ	เท่ากับ 3 คะแนน
น้อยไม่เห็นด้วย	เท่ากับ 4 คะแนน
น้อยที่สุดหรือไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง	เท่ากับ 5 คะแนน

กรณีแบบทดสอบ นักเรียนตอบถูกได้ 1 คะแนน ตอบผิดหรือไม่ตอบหรือตอบมากกว่า 1 ข้อ ได้ 0 คะแนน และทำการวิเคราะห์ต่อไป

การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ สถิติบรรยาย การหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน และวิเคราะห์โมเดลสมการโครงสร้างเชิงเส้น ด้วยโปรแกรมลิสเรล 8.72

ผลการวิจัย

ผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้

1. ผลการศึกษาระดับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการและระดับปัจจัยเชิงสาเหตุที่ส่งผลต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สังกัดองค์การบริหารส่วนจังหวัดนครราชสีมา มีรายละเอียดดังนี้

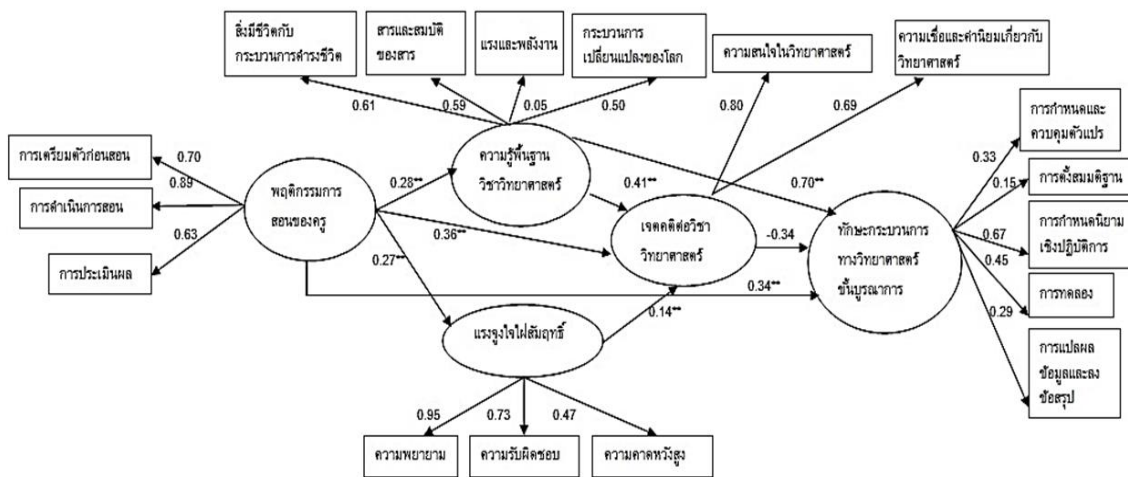
1.1 ระดับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สังกัดองค์การบริหารส่วนจังหวัดนครราชสีมา โดยภาพรวมอยู่ในระดับดี ($\bar{X} = 2.88$, S.D. = 0.55)

1.2 ระดับปัจจัยเชิงสาเหตุที่ส่งผลต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สังกัดองค์การบริหารส่วนจังหวัดนครราชสีมา ได้แก่ ระดับ

พฤติกรรมการสอนของครูโดยภาพรวมอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 3.70, S.D. = 0.60$) ระดับแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์โดยภาพรวมอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 3.76, S.D. = 0.59$) ระดับเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์โดยภาพรวมอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 3.54, S.D. = 0.65$) และระดับความรู้พื้นฐานวิชาวิทยาศาสตร์ โดยภาพรวมอยู่ในระดับพอใช้ ($\bar{X} = 3.24, S.D. = 0.44$)

2. ผลการศึกษาโมเดลปัจจัยเชิงสาเหตุที่ส่งผลต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สังกัดองค์การบริหารส่วนจังหวัดนครราชสีมา มีดังนี้

2.1 โมเดลสอดคล้องกลมกลืนกับข้อมูลเชิงประจักษ์ดีมาก พิจารณาจากค่า p-value มีค่าเท่ากับ 1.00 ค่าสถิติไค-สแควร์ (χ^2) มีค่าเท่ากับ 22.89 df เท่ากับ 60 ค่าดัชนี GFI มีค่าเท่ากับ 1.00 และค่าดัชนี AGFI มีค่าเท่ากับ 0.99 ส่วนค่า SRMR มีค่าเท่ากับ 0.015 ซึ่งน้อยกว่าเกณฑ์ 0.05 ค่า RMSEA มีค่าเท่ากับ 0.00 ซึ่งน้อยกว่าเกณฑ์ 0.05 และค่า CN มีค่าเท่ากับ 2384.11 แสดงว่า รูปแบบปัจจัยเชิงสาเหตุที่ส่งผลต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ สอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ดังปรากฏในภาพที่ 1



ภาพที่ 1 โมเดลปัจจัยเชิงสาเหตุที่ส่งผลต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

2.2 อธิทธิพลของปัจจัยเชิงสาเหตุที่ส่งผลต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สังกัดองค์การบริหารส่วนจังหวัดนครราชสีมา มีรายละเอียดดังนี้ จากการศึกษาพบว่าตัวแปรที่มีอิทธิพลทางตรงต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ ได้แก่ ความรู้พื้นฐานวิชาวิทยาศาสตร์ (KNOWLEDGE) (0.70) และพฤติกรรมการสอนของครู (TEACHER) (0.34) และจากการศึกษาไม่พบตัวแปรที่มีอิทธิพลทั้งทางตรงและทางอ้อมต่อทักษะกระบวนการทาง

วิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ นอกจากนี้ไม่พบตัวแปรที่มีอิทธิพลทางอ้อมต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ

อภิปรายผลการวิจัย

1. ปัจจัยที่มีอิทธิพลทางตรงต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สังกัดองค์การบริหารส่วนจังหวัดนครราชสีมา ได้แก่ ปัจจัยด้านความรู้พื้นฐานวิชาวิทยาศาสตร์ เป็นปัจจัยที่มีอิทธิพลทางตรงต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการด้วยขนาดอิทธิพลรวมเท่ากับ 0.56 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยอิทธิพลทางตรงส่งผลทางบวกเท่ากับ 0.70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และมีอิทธิพลทางตรงผ่านทางเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์เท่ากับ 0.41 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 กล่าวคือ การที่ผู้เรียนมีความรู้พื้นฐานวิชาวิทยาศาสตร์มากย่อมส่งผลต่อการเรียนรู้ได้มากขึ้นและสามารถนำความรู้มาใช้ในการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้ดี ส่วนนักเรียนที่มีความรู้พื้นฐานวิชาวิทยาศาสตร์ต่ำจะมีความสามารถในการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้ต่ำ สอดคล้องกับผลการศึกษาของ Bloom (1976 : 32) กล่าวว่า เนื้อหาการเรียนในระดับหนึ่งๆ จะตั้งอยู่บนสมมติฐานที่ว่านักเรียนได้เรียนรู้ในบางสิ่งบางอย่างที่จำเป็นมาก่อนแล้ว จึงจะเรียนเนื้อหาใหม่ได้ ถ้านักเรียนขาดความรู้พื้นฐานเดิมที่จำเป็น ในการเรียนเนื้อหาใหม่แล้ว จะไม่สามารถเรียนเนื้อหาใหม่ให้บรรลุจุดมุ่งหมายได้ ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของ ประสิทธิ์ ศุภวิทยาเจริญกุล (2546 : 87) ที่กล่าวว่า ความรู้พื้นฐานเดิมมีความสัมพันธ์ทางบวกกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สอดคล้องกับผลการวิจัยของ มะลิวรรณ พันธุ์นิล (2553 : 115) ที่กล่าวไว้ว่า นักเรียนที่มีความรู้พื้นฐานเดิมสูงจะส่งผลให้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้นด้วย เพราะความรู้พื้นฐานเดิมประกอบด้วยความรู้ ทักษะ และความสามารถที่จำเป็นต่อการเรียนเรื่องใหม่ นักเรียนที่มีความรู้พื้นฐานเดิมดีจะเป็นรากฐานสำคัญที่ช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้มากขึ้นเร็วขึ้น

2. ปัจจัยด้านพฤติกรรมการสอนของครู เป็นปัจจัยที่มีอิทธิพลทางอ้อมต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการด้วยขนาดอิทธิพลรวมเท่ากับ 0.24 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีอิทธิพลทางอ้อมส่งผลทางบวกผ่านทางความรู้พื้นฐานวิชาวิทยาศาสตร์ แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ และเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ด้วยขนาดอิทธิพลรวมเท่ากับ 0.28, 0.27 และ 0.51อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 กล่าวคือ พฤติกรรมการสอนของครูประกอบด้วยองค์ประกอบหลายอย่างที่ส่งผลต่อการเรียนรู้ของผู้เรียนทั้งการเตรียมการสอน การดำเนินการสอน และการวัดและประเมินผล องค์ประกอบเหล่านี้เป็นส่วนสำคัญที่จะทำให้ผู้เรียนนั้นเกิดการเรียนรู้ที่ดีขึ้นและประสบผลสำเร็จในการเรียน เมื่อพิจารณาองค์ประกอบพฤติกรรมการสอนของครูพบว่าด้านการดำเนินการสอนนั้นเป็นส่วนที่สำคัญอย่างยิ่งที่จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้มากที่สุด หากครูใช้วิธีการสอนที่หลากหลายและสอดคล้องกับเรื่องที่เรียนจะทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดีและมีทักษะกระบวนการทาง

วิทยาศาสตร์ที่สูงขึ้น สอดคล้องกับประไพ ฉลาดคิด (2548 : 4-5) ที่กล่าวเกี่ยวกับองค์ประกอบของการสอนด้านครูผู้สอนว่า ครูเป็นองค์ประกอบสำคัญที่ขาดไม่ได้ บุคลิกภาพและความสามารถของผู้สอนมีอิทธิพลต่อการเรียนรู้ของผู้เรียน ผู้สอนควรมีบุคลิกภาพและรู้จักเลือกใช้วิธีสอนที่เหมาะสมเพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนประสบผลสำเร็จในการเรียนรู้ ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของ พนม เพิ่มพูล (2552 : 73) และมะลิวรรณ พันธุ์นิล (2553 : 115) ที่กล่าวไว้ว่า พฤติกรรมการสอนของครูมีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียน ดังนั้นในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ครูผู้สอนจะต้องใช้เทคนิควิธีสอนที่หลากหลาย ใช้จิตวิทยาที่เหมาะสมกับนักเรียนและสถานการณ์ในห้องเรียน ใช้หลักการวัดและประเมินผลการเรียนที่ตอบสนองต่อจุดมุ่งหมายของหลักสูตรมาใช้ในการวัดและประเมินผล

3. ปัจจัยเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ไม่มีอิทธิพลทางตรงต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ ทั้งนี้เนื่องจากเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์นั้นเป็นสิ่งที่เกี่ยวกับความรู้สึก ความชอบ ความสนใจรวมถึงความเชื่อและค่านิยมทางด้านวิทยาศาสตร์ ดังนั้นกระบวนการเรียนรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ หากครูไม่เน้นกระบวนการเรียนรู้แบบสืบเสาะ ไม่มีกิจกรรมการทดลองในระหว่างเรียน ผู้เรียนจะไม่ได้ฝึกกระบวนการคิดและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จะลดน้อยลง ความสนใจในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ลดน้อยลงด้วยเช่นกัน สอดคล้องกับธีรวิฑู เอกะกุล (2549 : 11-14) ที่ได้กล่าวไว้ว่า การมีประสบการณ์ที่ดีจะก่อให้เกิดเจตคติที่ดี ทั้งนี้ไพเราะพรรณ เปลี่ยนภู (2542 : 100) ยังกล่าวอีกว่า การให้การเรียนรู้ อิทธิพลของสิ่งแวดล้อมในสังคม การศึกษา มีส่วนสร้างเจตคติที่ดีให้เกิดขึ้นได้ และการได้รับอิทธิพลจากประสบการณ์ที่ไม่ดีก็อาจเกิดความรู้สึกในทางลบได้ เช่นเดียวกับการเรียนการสอนในวิชาวิทยาศาสตร์ หากผู้เรียนได้รับประสบการณ์เพียงด้านเดียวคือด้านความรู้ ภายในห้องเรียนไม่ได้มีการฝึกทักษะการปฏิบัติผู้เรียนก็จะมีเจตคติที่ไม่ดี เกิดความรู้สึกน่าเบื่อและไม่อยากเข้าเรียนเมื่อถึงเวลา

4. ปัจจัยแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ เป็นปัจจัยที่มีอิทธิพลทางตรงต่อเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ด้วยขนาดอิทธิพลเท่ากับ 0.14 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 กล่าวคือ แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์เป็นองค์ประกอบสำคัญที่ส่งเสริมให้กิจกรรมต่างๆ ดำเนินไปอย่างมีประสิทธิภาพ เป็นความต้องการที่จะประสบความสำเร็จ ดังนั้นหากผู้เรียนมีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ที่สูงจะส่งผลให้เกิดเจตคติที่ดีต่อวิชาวิทยาศาสตร์ สอดคล้องกับลักขณา สรวิรัตน์ (2557 : 218-219) ได้กล่าวถึงทฤษฎีพฤติกรรมนิยมตามหลักการที่ว่า พฤติกรรมต่างๆ ที่เกิดขึ้นเนื่องมาจากการตอบสนองต่อสิ่งเร้าและทิศทางของพฤติกรรมก็ถูกกำหนดโดยการเสริมแรงและการลงโทษ การที่ผู้เรียนได้รับคำชมเชยหลังจากตอบคำถามไม่ว่าจะตอบถูกหรือผิดเขาก็จะพยายามตอบต่อไปทุกครั้งที่คุณถาม และยังสามารสร้างเจตคติที่ดีต่อการเรียนการสอนของครูด้วย เพราะการได้รับคำชม ได้รับกำลังใจ และไม่เคียด เป็นการแสดงถึงการเสริมแรงจูงใจภายในให้เกิดขึ้นนั่นเอง นอกจากนี้ Atkinson and Brich (1978) ยังได้กล่าวอีกว่าผู้ที่มีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์จะมีความพยายามที่จะทำงานให้สำเร็จและแรงจูงใจจากความพึง

พอใจในการแสวงหาความสุขจะนำความต้องการความสำเร็จมาสู่ตนเอง รวมถึงการมีเจตคติที่ดีจะช่วยให้ผู้เรียนรู้สึกว่าบทเรียนที่เรียนอยู่นั้นไม่ยากเกิดความสามารถของตน

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะในการนำไปใช้

1) จากผลการวิจัยพบว่าตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ คือ ความรู้พื้นฐานวิชาวิทยาศาสตร์และพฤติกรรมการสอนของครู ดังนั้นครูควรจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่หลากหลายและเน้นกิจกรรมการทดลองเพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนนั้นเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการและมีการวัดและประเมินผลที่สอดคล้องกับเรื่องที่เรียน

2) ควรนำโมเดลตามกรอบแนวคิดการวิจัยในครั้งนี้เป็นแนวทางในการศึกษาและพัฒนา โดยดำเนินการทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างที่มีบริบทใกล้เคียงกันเช่น สภาพแวดล้อม ขนาดโรงเรียนและเขตพื้นที่การศึกษา เพื่อสามารถอ้างอิงผลการวิจัยเปรียบเทียบ และสามารถนำผลการเปรียบเทียบมาใช้ประโยชน์ในการพัฒนาผู้เรียนด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ

2. ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

1) จากผลการวิจัยพบว่า ปัจจัยด้านความรู้พื้นฐานวิชาวิทยาศาสตร์เป็นปัจจัยที่สำคัญต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ ซึ่งเป็นปัจจัยที่วัดจากผู้เรียน แต่ในชีวิตประจำวันยังมีปัจจัยอีกหลากหลายที่นอกเหนือจากปัจจัยที่ศึกษาในครั้งนี้ เช่น สภาพแวดล้อมในห้องเรียน การเลี้ยงดูของครอบครัว การมีวินัยต่อตนเอง เป็นต้น ดังนั้นควรมีการศึกษาตัวแปรอื่นๆ ที่มีอิทธิพลต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ

2) ผลการศึกษาระดับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการโดยภาพรวมอยู่ในระดับดี แต่เมื่อพิจารณารายด้านพบว่า มีทักษะการแปลผลข้อมูลและลงข้อสรุปอยู่ในระดับพอใช้ และทักษะการตั้งสมมติฐาน อยู่ในระดับปรับปรุง ดังนั้นในการวิจัยครั้งต่อไปควรมีการศึกษารูปแบบวิจัยและพัฒนา (research and development) เพื่อพัฒนาผู้เรียนให้มีระดับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการที่สูงขึ้น

บรรณานุกรม

กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). **หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551.**

กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.

ธีรวุฒิ เอกะกุล. (2549). **การวัดเจตคติ.** อุบลราชธานี : โรงพิมพ์วิทยาออฟเซทการพิมพ์.

บุญชม ศรีสะอาด. (2543). **การวิจัยเบื้องต้น.** กรุงเทพฯ : สุวีริยาสาส์น.

ประไพ ฉลาดคิด. (2548). **หลักการสอน.** กรุงเทพฯ : เกษมศรี ซี.พี.

- ประสิทธิ์ ศุภวิทยาเจริญกุล. (2546). ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรบางประการกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 สังกัดสำนักงานการประถมศึกษา จังหวัดสกลนคร. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต สาขาการวิจัยการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- พนม พูลเพิ่ม. (2552). ความสัมพันธ์ระหว่างพฤติกรรมการสอนของครูกับพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาสุพรรณบุรี เขต 3. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี.
- พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์, พเยาว์ ยินดีสุข และราชน มีศรี. (2556). การสอนคิดด้วยโครงการ : การเรียนการสอนแบบบูรณาการ ทักษะในศตวรรษที่ 21. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- เพราพรรณ เปลียนภู. (2542). จิตวิทยาการศึกษา. กรุงเทพฯ : คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.
- มะลิวรรณ พันธุ์นิล. (2553). ปัจจัยเชิงสาเหตุที่มีอิทธิพลต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 สังกัดองค์การบริหารส่วนจังหวัดนครราชสีมา. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต สาขาการวิจัยการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- รัตนา ภูคาบเพชร. (2542). ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายในโรงเรียนมัธยมศึกษา สังกัดกรมสามัญศึกษาในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- ลักขณา สริวัฒน์. (2557). จิตวิทยาสำหรับครู. กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2546). คู่มือวัดผลประเมินผลวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- Atkinson, J.W. and Birch, D. (1978). Introduction to Motivation. อ้างถึงใน ลักขณา สริวัฒน์. (2557). จิตวิทยาสำหรับครู. กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์.
- Bloom, Benjamin S. (1976). Human Characteristics and School learning. New York: McGraw-Hill Book Co.